

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-042300
(43)Date of publication of application : 15.02.1994

(51)Int.Cl.

E21F 17/00
G01M 19/00

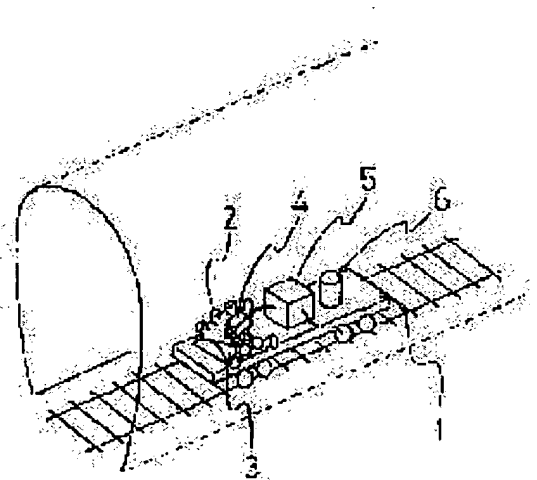
(21)Application number : 04-218565 (71)Applicant : RAILWAY TECHNICAL
RES INST
(22)Date of filing : 24.07.1992 (72)Inventor : SASAMA HIROSHI
OKIMURA YOSHIMI
KIKUCHI MAKOTO

(54) TUNNEL INSPECTION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To store tunnel surface development images on a data basis under control and enable computer-aided self-diagnosis and human retrieval display by adopting an image diagnostic system which uses continuous image data based on a primary sensor camera, replacing an image diagnostic system which uses silver salt pictures.

CONSTITUTION: There are provided a tunnel wall surface image photographing device which scan a tunnel wall surface with a primary sensor camera by way of a curved face mirror 3 laid out in the front of the camera so as to clarify the cross section of the wall in the advancing direction and the vertical direction and accumulates the scanned cross section data in an image accumulation device 6 one after another and obtain the development images for the wall surfaces and a computer provided with an image editing and processing retrieval function and a large capacity storage device. The accumulated data is further edited and processed and converted into the shape of continuous image data and administered with data in the part, thereby retrieval-displaying the data in conformity with the specification and automatically inspecting the conditions of wall surface cracks based on the computer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	24.03.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	2963284
[Date of registration]	06.08.1999
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-42300

(43)公開日 平成6年(1994)2月15日

(51)Int.Cl.⁵

E 2 1 F 17/00

G 0 1 M 19/00

識別記号

庁内整理番号

6838-2D

Z

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-218565

(22)出願日 平成4年(1992)7月24日

(71)出願人 000173784

財団法人鉄道総合技術研究所

東京都国分寺市光町2丁目8番地38

(72)発明者 笹間 宏

東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団
法人鉄道総合技術研究所内

(72)発明者 興村 吉美

東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団
法人鉄道総合技術研究所内

(72)発明者 菊地 誠

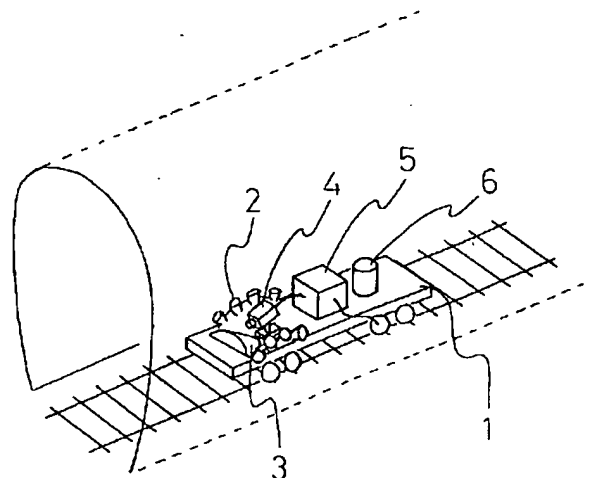
東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団
法人鉄道総合技術研究所内

(54)【発明の名称】 トンネル検査装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 従来の銀塩写真を用いた画像診断方式に代えて、一次元センサカメラによる連続画像データを用いた画像診断方式を採用することにより、トンネル表面展開画像をデータベースとして蓄積管理し、計算機による自動診断と人間による検索表示を可能とする。

【構成】 一次元センサカメラを用い、カメラ前面に配置した曲面鏡3を介してトンネル壁面に対して進行方向と直角方向のトンネル断面スキャンを行い、画像蓄積装置6に順次そのデータを蓄積して、トンネル壁面の展開画像を得るトンネル壁面展開画像撮影装置と、画像編集加工検索機能を備えた計算機と大容量記憶装置を備え、蓄積されたデータをさらに編集加工し、連続画像データの形に変換して過去のデータと併せて管理し、データを指定に応じて検索表示し、さらに計算機により壁面亀裂の状況の自動検査などを行うトンネル壁面展開画像診断装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 トンネル内を走行する車両上に設置されたトンネル壁面撮影用一次元センサカメラを用い、カメラ前面に配置した曲面鏡を介してトンネル壁面に対して進行方向と直角方向のトンネル断面スキャンを行い、車上に設置されたデータ蓄積装置に順次そのデータを蓄積することにより、トンネル壁面の展開画像を得るトンネル壁面展開画像撮影装置と、
画像編集加工検索機能を備えた計算機と大容量記憶装置を備え、上記装置に蓄積されたデータをさらに編集加工し、連続画像データのかたちに変換し、過去のデータと併せて管理し、撮影日時、トンネル内位置、拡大率などの指定に応じて検索表示し、さらに計算機により壁面亀裂、剥離、漏水などの状況の自動診断を行うトンネル壁面展開画像診断装置とを備えることを特徴とするトンネル検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は鉄道などにおけるトンネルの保安全管理において、トンネル表面の様子をトンネル壁面展開画像として得るためのトンネル壁面展開画像撮影装置と、そのトンネル壁面展開画像をデータベースとして蓄積管理し、トンネル壁面の亀裂や剥離などの異状を計算機により自動診断し、人間による検索表示を可能とするトンネル壁面展開画像診断装置とを具えたことを特徴とするトンネル検査装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来のトンネル検査方式は人間による直接的な目視検査を中心に実施されてきたが、最近では銀塩写真を用いた画像診断方式が用いられるようになってきている。写真方式においては、シャッター解放状態で移動しながらストリークカメラ方式により連続壁面画像を得る方式が試みられている例があるが、この場合でもトンネル断面周方向には一フィルム面でカバーする事が出来ず、数本のフィルムに分割して撮影している。このため、図2に示すように、フィルムの境界が分離しているため観察診断がしにくいといった問題がある。

【0003】 また銀塩写真を用いているため現像などの手間や技術が必要であり、この画像は人間が観察診断することには向いているが、直接に計算機による自動診断や画像データベース管理などは出来ないのも、一旦スキャナーなどの機器を用いて画像データを計算機に入力し直す必要があり、最近の検査診断業務の近代化の流れに対して制約を与えるものであった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明が解決しようとしている課題は、前項で指摘した従来の銀塩写真方式における複数フィルム撮影による継ぎ目の問題と、写真としての現像やプリントの取扱の難しさの問題を解決し、さらに画像の撮影から画像データベース管理や検索表

示、さらに自動検査診断処理を一括して計算機によって実施できるようにすることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 前項記載の課題を解決するための手段として、本発明における撮影装置としては一次元センサカメラを採用し、映像信号を直接電気信号として得た上で、これをA/D変換した上で連続画像データ形式として計算機の中に蓄積する。これにより、銀塩写真方式のように現像やプリントの処理やスキャナを介しての計算機への入力などの作業の必要が無く、画像データの検索、表示、編集、加工、自動診断処理などが自由自在に実施できるようになる。

【0006】 また、複数フィルム撮影方式による継ぎ目の問題を解決するための手段として、図3に示されるように一次元センサカメラの前面に曲面鏡を設置し、これによりトンネル断面の必要な領域を一つの一次元センサカメラの視野領域でカバーすることが出来る。

【0007】

【作用】 この発明のトンネル壁面展開画像撮影装置では、トンネルの壁面の形状に合わせた曲面の鏡を使うことによりトンネル壁面の一断面の映像データが得られ、さらにトンネル壁面展開画像撮影装置を線路方向に移動させることにより連続的なトンネル壁面の展開画像を得ることが出来る。

【0008】

【実施例】 以下、この発明の実施例を図に基づいて詳説する。

【0009】 図1はトンネル壁面展開画像撮影装置の全体構成図である。図1に示すようにトンネル壁面展開画像撮影装置は、トンネルの壁面を照射する照明装置2と、トンネルの壁面を撮影する一次元ラインセンサカメラ4と、一次元ラインセンサカメラの画像を連続画像に変換する画像データ処理計算機5と、連続画像に変換された画像を蓄積する画像蓄積装置6が、移動車両1の上に搭載されている。

【0010】 撮影にあたっては、線路上を移動しながら、線路と直角な一断面のトンネル壁面明暗情報を、曲面鏡3を介して一次元ラインセンサカメラ4により取得し、画像データ処理計算機5により必要な処理を施した上で、順次画像蓄積装置6に蓄積する。

【0011】 図3は、線路と直角な一断面のトンネル壁面明暗情報を、曲面鏡3を介して一次元ラインセンサカメラ4の内部にある一次元ラインセンサ41上に投影する機能の説明図である。

【0012】 壁面からの光は、曲面鏡3により反射し、一次元ラインセンサカメラ4のレンズを通して一次元ラインセンサ41上に到達する。このとき、壁面状況が最も鮮明に結像するように、一次元ラインセンサカメラ4のレンズ系を調節する。

【0013】 この曲面鏡3の形状は、凸状とし、トンネ

ル断面に沿った映像が、ラインセンサの端から出来るだけ均等な対応で結像するように、形状設計を行う。この時の断面に沿った壁面の位置とラインセンサ41上の像の位置の対応を、予めモデル化しておき、トンネル診断装置における画像補正処理のための計算を可能とする。

【0014】また、トンネル天井部分の撮影を可能とするために、曲面鏡3の形状を図4に示すように線路方向に勾配を付け錐体とし、一次元ラインセンサカメラ4の設置位置がミラー3の真上に来ないようにすることにより、壁面全体の撮影を可能とすることが出来る。

【0015】このようにして得られた、トンネル断面ごとの壁面画像データは、装置全体を移動車両1により移動させながら、順次画像蓄積装置6に蓄積される。図5は、断面画像データの撮影タイミングと記憶の方式の説明図である。車上の画像データ処理計算機5は、車輪に取りつけられたセンサ7より速度あるいは位置の情報を得て、これにより撮影のタイミング制御や画像データの画像蓄積装置6への転送を行う。このとき、断面画像データの撮影タイミングと記憶の仕方として、2つの方式が考えられる。

【0016】ひとつの方式としては、時間的に等しい間隔で撮影をし、その時の1ライン毎の画像データに撮影位置情報を付けて画像蓄積装置6に順次送り、記憶する方式である。この場合は、画像を再生する場合、進行速度の変化により、進行方向のライン密度が不均一になるので、後の処理でこの位置の情報をを用いて、画像の再構成を行う必要がある。

【0017】他の方式としては、画像データ処理計算機5において車輪からの位置情報にもとづいた等間隔撮影指令を一次元ラインセンサカメラ4に送り、これにもとづいて幾何学的に等間隔撮影を行い、進行方向には不均一性の無い画像データを画像蓄積装置6に送る方式である。この場合は、後処理において、進行方向の幾何学補正は必要が無くなる。

【0018】図6はトンネル壁面展開画像診断装置の構成図である。トンネル壁面展開画像診断装置は、図6に示すように、画像データ蓄積装置8、画像処理計算機9、画像表示装置10、画像印刷装置11、計算機とのインタフェース装置12とからなっている。

【0019】操作者は、このトンネル壁面展開画像診断装置に対して、インタフェース装置12を介して操作を行うことにより、トンネル壁面の映像を自由に検索し、表示し、診断検査を行うことが出来る。また必要に応じて、部分的に拡大表示したり、映像のノイズを除去したり、陰影を強調して表示するなどの画像処理を施す事ができる。さらに必要なものについてはその画像を画像印刷装置11によって印刷出力して保管する事も出来る。

【0020】トンネル壁面展開画像撮影装置により蓄積されたデータを用いて、このようなトンネル画像診断の機能を実現するためには、連続画像蓄積管理装置（特許

出願中)の正規化データ形式に変換する必要がある。正規化データに変換するためには以下に述べる幾何学的補正手法を用いる。

【0021】幾何学的補正としては、トンネル進行方向の補正と断面に沿った補正の二つがある。進行方向の補正は、前に述べたように、撮影時に画像データ処理計算機5の指令に基づいて等間隔撮影を行っている場合は必要がないが、機械的に等時間間隔で撮影している場合は、そのラインの撮影位置の情報にもとづいて、図7に示すように内挿法により幾何学的な等間隔データを推定し、進行方向に対する等間隔データ列を再構成する。速度が不規則に変化すると、画像ラインデータ列の間隔が不等間隔になる。この不等間隔画像ラインデータ列を等間隔な線路方向距離軸の上に展開したのが図7の上部である。図7の下部は、上部の不等間隔画像データを等間隔化した一例である。サンプリング間隔dで等間隔画像データに補正するとき、距離 x_i に該当する画像データが存在する時はその画像データを使用する。該当する画像データが無い時は前後の画像データを使って新しい画像データを作成する。新しい画像データの作成方法は、近傍画像データの平均値を用いる方法や、最も近い位置の画像データを採用する等の方法がある。

【0022】図8は、トンネル断面に沿った幾何学補正の説明図である。13はある瞬間の一次元ラインセンサの1ラインの補正する前の画像データである。9つに分けたトンネル壁面が1ラインの画像データ上では全て同じ長さで表現されている。しかし、この例は複線トンネルであり、レールがトンネル中央からずれているので、撮影された画像はトンネルの部位により歪んで撮影される。この撮影画像をトンネルの壁面の長さに変換することが幾何学補正である。トンネル断面形状とミラーの形状および一次元ラインセンサカメラ4の形状と位置関係から決まる幾何学モデルにより、壁面位置と画像上の位置との対応関係が定まるので、これに対して逆変換を行って、画像上の位置が壁面に沿った位置と比例するようにすることが出来る。実際の変換計算においては、予め検査対象となるトンネルの壁面に等間隔の目盛りを仮設し、このトンネル壁面展開画像撮影装置でその目盛りを撮影し、相互の対応を確認し、丁度この対応を補償するような変換対応表を作っておき、実際の変換処理はこの変換表を用いるのが現実的である。

【0023】

【発明の効果】本発明の機能を活用することにより、トンネル壁面画像撮影作業が容易になり、検査頻度なども増やし、よりきめの細かいトンネル壁面状態管理が可能となる。特にトンネル壁面画像が連続画像データ形式の標準化されたデータベースとして管理されるために画像処理による自動診断や時系列管理などが可能となり、公共輸送機関としての安全性、信頼性の向上に寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の方法の一実施例によるトンネル壁面の展開画像を得る方法を示す全体構成図である。

【図2】従来技術の中の問題点の一例を説明する図である。

【図3】トンネル壁面の撮影原理を説明する図である。

【図4】図1の一部であるトンネル壁面撮影用一次元センサカメラとミラーの位置関係を説明する詳細説明図である。

【図5】一次元センサカメラによって撮影された一次元画像の連続画像への変換方法を説明した図である。

【図6】トンネル壁面展開画像診断装置の構成図である。

【図7】内挿法による幾何学的な等間隔データを推定し進行方向に対する等間隔データ列を再構成する方法を説明する図である。

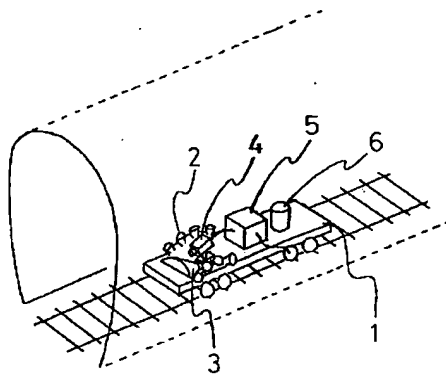
【図8】トンネル断面に沿った幾何学補正の説明図であ

る。

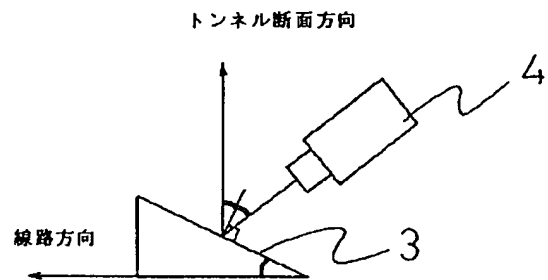
【符号の説明】

- 1 移動車両
- 2 照明装置
- 3 曲面鏡
- 4 一次元ラインセンサーカメラ
- 5 画像データ処理計算機
- 6 画像蓄積装置
- 7 センサ
- 10 画像データ蓄積装置
- 9 画像処理計算機
- 10 画像表示装置
- 11 画像印刷装置
- 12 計算機とのインタフェース装置
- 13 補正前1ライン画像データ
- 41 一次元ラインセンサ

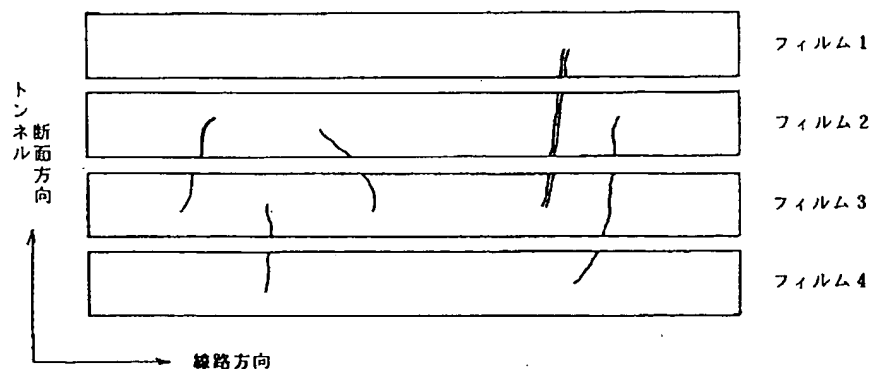
【図1】



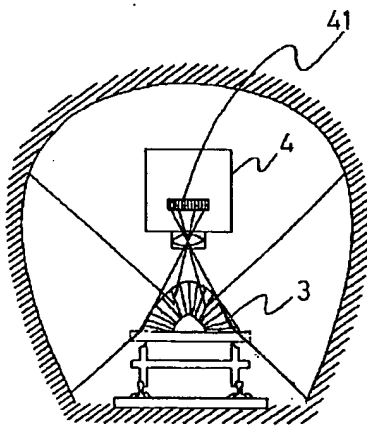
【図4】



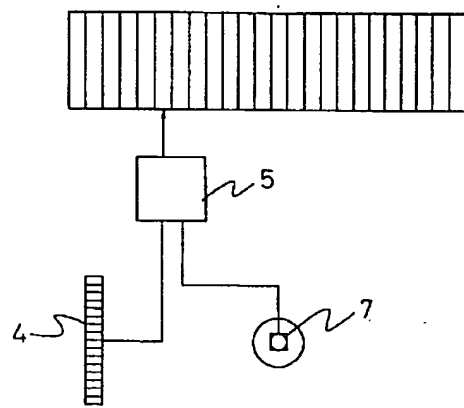
【図2】



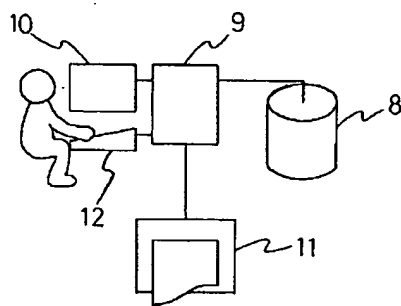
【図3】



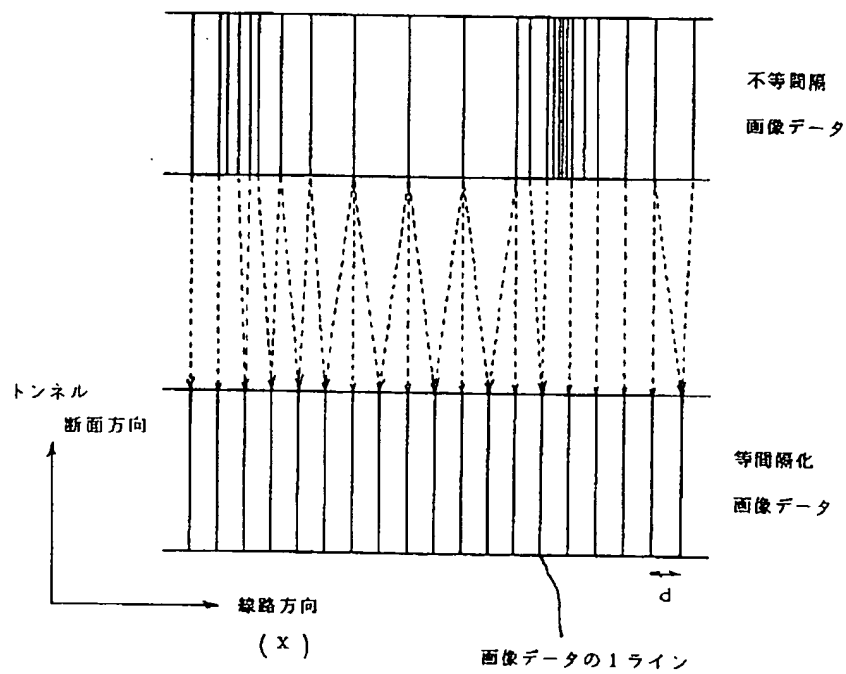
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

